·论著·

中国老年人体重指数和死亡的相关性：一项队列研究

石小天[1，2]，王珊[1]，杨华昱[1]，杨一帆[1]，李旭[1]，马清[1*]

1.100050 北京市，首都医科大学附属北京友谊医院老年医学科
2.100069 北京市，首都医科大学全科医学与继续教育学院
*通信作者：马清，教授/主任医师/博士生导师；E-mail：maqing3@163.com

【摘要】 **背景** 肥胖是重要的公共卫生问题，肥胖和超重是多种慢性疾病的危险因素，然而，近年来提出的“肥胖悖论”引起广泛关注，BMI和老年人死亡的关系尚不清楚。**目的** 分析中国老年人BMI对死亡风险的影响。**方法** 收集2015年4—12月于首都医科大学附属北京友谊医院医疗保健中心行健康体检≥60岁老年人的一般资料、实验室检查、随访资料等，2024年3—4月完成随访，采用终点事件随访，随访截止时间为2024年4月30日。随访主要终点事件为全因死亡，次要终点事件为心血管事件相关死亡。采用多因素Cox比例风险回归模型分析老年人BMI与死亡风险的关联。**结果** 共纳入599例老年人，男477例（79.6%），平均年龄（77±8）岁；根据BMI分为低体重组18例（3.0%），正常组221例（36.9%），超重组273例（45.6%），肥胖组87例（14.5%），中位随访时间为8.81年，截止至随访结束，共有158例（26.4%）死亡。限制性立方样条图显示，BMI和死亡风险呈U型曲线。多因素Cox比例风险回归分析结果显示，调整年龄、性别、基础疾病等变量后，与体重正常相比，体重过低老年人的全因死亡风险升高（*HR*=2.76，95%*CI*=1.37~5.55），此外，低BMI是老年人心血管事件死亡的独立危险因素（*HR*=5.55，95%*CI*=1.83~16.78），未观察到超重及肥胖对死亡的影响（*P*>0.05）。**结论** BMI和死亡的关系呈U型曲线，低体重是老年人全因死亡及心血管事件死亡的独立危险因素，未发现超重/肥胖增加老年人的死亡风险，应该重视老年人的体重管理。

【关键词】 肥胖症；老年人；BMI；肥胖悖论；死亡风险；Cox回归

【中图分类号】 R 589.25 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0488

Association between Body Mass Index and Mortality among Older Chinese：a Cohort Study

SHI Xiaotian[1，2]，*WANG Shan*[1]，*YANG Huayu*[1]，*YANG Yifan*[1]，*LI Xu*[1]，*MA Qing*[1*]

1.Department of Geriatrics，Beijing Friendship Hospital，Capital Medical University，Beijing 100050，China

2.School of General Practice and Continuing Education，Capital Medical University，Beijing 100069，China

**Corresponding author：QING Ma，Professor/Chief physician/Doctoral supervisor；E-mail：maqing3@163.com*

【Abstract】 **Background** Obesity is a significant public health issue，as obesity and being overweight are risk factors for various chronic diseases. However，the "obesity paradox" proposed in recent years has garnered widespread attention. The relationship between Body Mass Index（BMI）and mortality in the elderly remains unclear. **Objective** To explore the impact of BMI on mortality in the elderly in China. **Methods** The demographic features，BMI，chronic diseases and laboratory tests among the elderly at ages of 60 years and greater were recruited from April 2015 to December 2015. The patients were followed up with a cut-off date of April 30，2024，with all-cause mortality and death from cardiovascular causes as the endpoint events. A multivariable Cox proportional hazards regression model was used to examine the association between BMI and the risk of death. **Results** otally 599 subjects were enrolled，including 477 men（79.6%）and an average age of （77±8） years. There were 18 subjects（3.0%）with underweight，273（45.6%）with overweight and 87（14.5%）with obesity. During the follow-up period（8.81

基金项目：首都卫生发展科技专项（首发2022-2-2028）

引用本文：石小天，王珊，杨华昱，等.中国老年人体重指数和死亡的相关性：一项队列研究［J］.中国全科医学，2025.DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0488.［Epub ahead of print］［www.chinagp.net］

SHI X T，W ANG S，YANG H Y，et al.Association between body mass index and mortality among older Chinese：a cohort study［J］. Chinese General Practice，2025.［Epub ahead of print］

years), 158 subjects died. Restricted cubic splines revealed a U-shaped association between BMI and mortality. Multivariable Cox proportional hazards regression analysis revealed an increased risk of all-causes mortality among the underweight elderly (HR=2.76, 95%CI=1.37-5.55) after adjustment for age, gender, chronic diseases, and so on. Additionally, a low BMI is an independent risk factor for cardiovascular event mortality in the elderly (HR=5.55, 95%CI=1.83-16.78). However, no association was observed between overweight and obesity and death. **Conclusion** The relationship between BMI and mortality forms a U-shaped curve, with underweight being an independent risk factor for mortality in the elderly. No association has been found between being overweight/obese and an increased risk of mortality. Therefore, attention should be given to weight management in the elderly.

【Key words】 Obesity; Aged; Body mass index; Obesity paradox; Mortality risk; Cox regression

随着生活质量的不断提升，肥胖人群数量持续增长。按照 BMI 计算，全球肥胖患病率已达到大流行水平，2018 年美国肥胖患病率已达 42.4%[1]。作为世界人口大国，中国在过去的 15 年间肥胖人数连续增长了 3 倍，据统计 2018 年中国 18~69 岁肥胖人数约为 8 500 万，已经成为世界上超重和肥胖人数最多的国家之一[2]。随着人口老龄化的加剧，老年人群的超重和肥胖问题也日益突出。研究表明，衰老过程中身体成分发生显著变化，主要表现为肌肉量减少而脂肪量增加，因此约 1/3 的老年人被归为肥胖人群，且这一比例呈上升趋势[3]。据统计，2015 年全球约有 400 万人因高 BMI 相关原因死亡，这使 BMI 问题引起了广泛关注[4]。多项研究表明，超重和肥胖与全因死亡密切相关[5]。此外，肥胖是糖尿病、心血管疾病、脑血管病等多种慢性病的独立危险因素，给全球公共卫生带来了沉重的负担[6]。

然而，近年的研究发现，与正常体重的心血管疾病患者相比，超重或肥胖患者的全因病死率和心血管病死率均降低[7]。肥胖在健康和疾病背景下表现出截然相反的作用，这一现象被称为“肥胖悖论”[8]。心血管疾病患者中的“肥胖悖论”机制复杂，目前尚未完全阐明，相关假说主要涉及代谢负担、恶病质发生率、心房利钠肽水平与肾素 - 血管紧张素醛固酮系统活性以及心肺适应性水平等方面[9]。目前关于 BMI 与不良预后的相关性研究主要集中于健康的年轻人群，结果普遍显示在健康体重（20~25 kg/m^2）范围内，BMI 与最低死亡率呈 U 型或 J 型关系[10]。随着年龄增长，老年人的骨骼肌肉系统代谢发生显著变化，肌肉量减少的同时伴随着身体脂肪重新分布和增加[11]。尽管肥胖作为多种慢性病的危险因素，然而一项针对 80 岁及以上高龄老人的前瞻性队列研究发现，较高的 BMI 组的死亡风险更低，超重及肥胖对老年人健康的潜在积极影响仍需要进一步研究，“肥胖悖论”在老年人群是否是健康和生存的保护因素仍有待研究[12]。

肥胖是一种营养不良，已成为一场“公共健康危机”。作为一种可控制、可预防的慢性非传染性疾病，肥胖及其相关疾病对健康构成了重大威胁。尽管成人肥胖与较高的死亡风险密切相关，然而这一关系在老年人尤其是高龄老年人中尚不明确。这也引发了关于肥胖与老年人死亡的相关性、肥胖在高龄老人中的定义及是否需要干预治疗的广泛争议。因此，本研究旨在探索老年人 BMI 和死亡的相关性，明确超重与肥胖对老年人健康的影响，为高龄老人的体重管理提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究为回顾性队列研究，选取 2015 年 4—12 月于首都医科大学附属北京友谊医院医疗保健中心固定行健康体检的老年人，2024 年 3—4 月完成随访。纳入标准：（1）年龄≥ 60 岁；（2）签署知情同意书。排除标准：（1）临床数据资料及化验结果不完整；（2）恶性肿瘤等预期生存时间小于 3 个月；（3）拒绝随访。本研究已经通过首都医科大学附属北京友谊医院伦理委员会审批（伦理号：2023-P2-303-02）

1.2 资料收集

1.2.1 一般资料：收集人口学基本数据，包括性别、年龄、BMI、收缩、舒张压、基础疾病［高血压、糖尿病、冠心病、高脂血症、脑血管病、慢性肺疾病（慢性支气管炎、慢性阻塞性肺疾病）及恶性肿瘤］。

1.2.2 实验室检查：收集实验室检查结果，包括红细胞、血红蛋白、糖化血红蛋白、转氨酶、肌酐、尿素氮、三酰甘油、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白及血尿酸等结果。

1.2.3 随访资料收集：采用电话随访及查阅就诊记录的方式进行随访，本研究采用终点事件随访，随访截止时间为 2024 年 4 月 30 日。随访主要终点事件为全因死亡，次要终点事件为心血管事件相关死亡。

1.2.4 诊断标准：按照中国标准进行 BMI 分级[13]：低体重 <18.5 kg/m^2，正常体重为 18.5~23.9 kg/m^2，超重为 24.0 kg/m^2 ≤ BMI<28.0 kg/m^2，肥胖为≥ 28 kg/m^2。

1.3 质量控制

实验室检查均在首都医科大学附属北京友谊医院医疗保健中心检验科（完成标准化体系及认证）完成，入组对象数据录入均采用双人录入核对方式。

1.4 统计方法

采用SPSS 26.0软件和R 4.3.0进行统计学分析。正态分布的计量资料以（$\bar{x} \pm s$）表表示，组间比较采用方差分析，采用LED方法进行事后组间比较；非正态分布的计量资料以M（P_{25}，P_{75}）表示，采用非参数检验进行比较。计数资料采用相对数表示，组间比较采用χ^2检验。使用单因素及多因素Cox比例风险回归分析BMI与死亡的相关性，采用方差膨胀系数（variance inflation factor，VIF）检验法对纳入变量进行多重共线性检验，删除高度相关的变量调整混杂变量进一步分析BMI和死亡之间的独立相关性，此外根据基础疾病进行亚组分析进一步明确BMI对死亡的影响。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

共纳入599例老年人，平均年龄（77±8）岁，其中80岁及以上的老年人占39.1%（234例）；男477例（79.6%），女122例（20.4）。合并基础疾病：高血压305例（50.9%），糖尿病116例（19.4%），高脂血症285例（47.6%），冠心病199例（33.2%），脑血管病123例（20.5%），慢性肺疾病131例（21.9%），恶性肿瘤106例（17.7%）。根据BMI分为低体重组18例（3.0%），正常组221例（36.9%），超重组273例（45.6%），肥胖组87例（14.5%）。中位随访时间为8.81年，截至随访结束，共有158例（26.4%）死亡，死亡原因前三位分别是肺炎（93例）、心血管事件（44例）及恶性肿瘤（21例）。

2.2 四组一般资料比较

四组性别、白细胞、血红蛋白、丙氨酸氨基转移酶、糖化血红蛋白、空腹血糖、总胆固醇、三酰甘油、高密度脂蛋白、血肌酐、尿酸、合并基础疾病（高血压、高脂血症及恶性肿瘤）情况比较，差异有统计学意义（P<0.05）；四组年龄、收缩压、舒张压、白蛋白、天冬氨酸氨基转移酶、低密度脂蛋白、尿素氮、胱抑素C、糖尿病、冠心病、脑血管病及慢性肺疾病情况比较，差异无统计学意义（P>0.05），见表1。

2.3 Cox比例风险回归分析BMI和死亡之间的相关性

绘制限制性立方样条（Restricted cubic spline，RCS）曲线显示，BMI和死亡风险是非线性关系，调整年龄、性别、基础疾病等协变量后这种相关性仍然存在（图1），呈U型曲线。分别以全因死亡和心血管时间死亡为因变量（是=0，否=1），以性别（赋值：男=1，女=2）、BMI分组（赋值：正常体重组=1，低体重组=2，超重组=3，肥胖组=4）、高血压（赋值：是=0，否=1）、糖尿病（赋值：是=0，否=1）、高脂血症（赋值：是=0，否=1）、冠心病（赋值：是=0，否=1）、脑血管病（赋值：是=0，否=1）、慢性肺疾病（赋值：是=0，否=1）、恶性肿瘤（赋值：是=0，否=1）和年龄、BMI、收缩压、舒张压、白细胞、血红蛋白、丙氨酸氨基转移酶、天冬氨酸氨基转移酶、糖化血红蛋白、葡萄糖、总胆固醇、三酰甘油、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白作为自变量（赋值均为连续变量）进行单因素和多因素Cox比例风险回归分析。单因素Cox比例风险回归分析结果显示，年龄、收缩压、舒张压、白细胞、血红蛋白、白蛋白、丙氨酸氨基转移酶、糖化血红蛋白、空腹血糖、尿素氮、肌酐及BMI与全因死亡和心血管时间死亡相关（P<0.05），见表2。

采用VIF检验法衡量共线性的严重程度，将分类变量转换为虚拟变量，对纳入变量进行多重共线性检验，VIF≥5判定变量之间存在共线性，若VIF<5则变量之间的共线性基本可以忽略。结果显示：总胆固醇和低密度脂蛋白存在严重的多重共线性（VIF分别为20.73和16.52），因此多因素Cox回归中调整协变量未校正总胆固醇和低密度脂蛋白。

Cox比例风险模型显示，以正常体重组为参考组，低体重组的全因死亡风险高（HR=2.97，95%CI=1.56~5.66），调整年龄、性别、血红蛋白、血糖等协变量后，低体重组的全因死亡风险仍然高于正常体重组，考虑到高血压、糖尿病、冠心病、高脂血症、脑血管病、慢性肺疾病及恶性肿瘤的影响，调整基础疾病后，低体重（BMI<18.5 kg/m^2）仍然是全因死亡的独立危险因素（HR=2.76，95%CI=1.37~5.55）。和正常体重组相比，超重组及肥胖组未观察到死亡风险增加（表3）。次要结局事件是心血管事件死亡，Cox比例风险模型显示，低体重组的心血管事件死亡风险比正常体重组高4.55倍（HR=4.55，95%CI=1.83~16.78），且不受年龄、性别及基础疾病的影响（表4）。

2.4 亚组分析

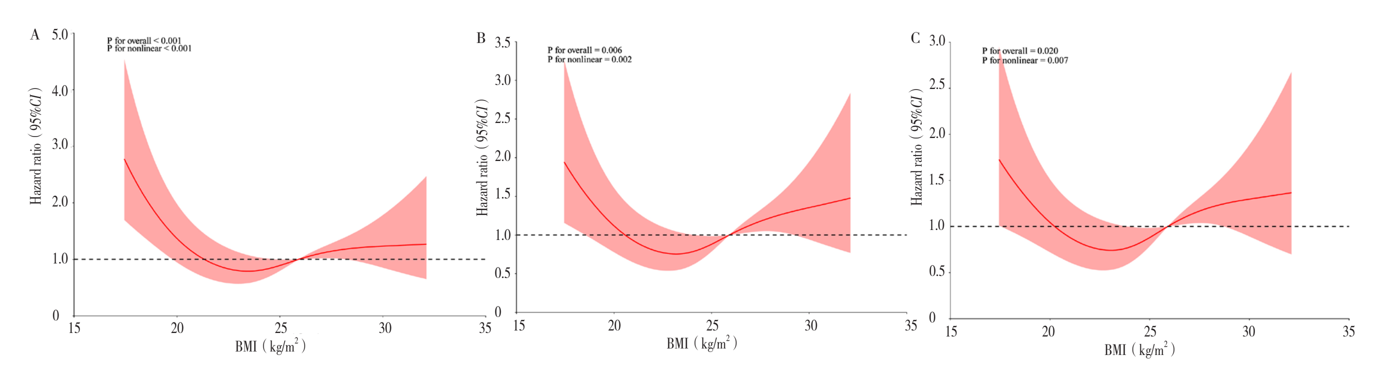
为了进一步明确不同性别、年龄及疾病患者BMI对死亡风险的影响，对研究对象进行分层分析。60~79岁有365例（60.9%），≥80岁的高龄老年人有234例（39.1%）。结果显示：在女性及无高血压、无糖尿病、无脑血管疾病、无慢性肺疾病及无恶性肿瘤的患者中，低体重显著增加全因死亡风险（P<0.05）。冠心病和高脂血症的存在未改变BMI对全因死亡的影响，无论患者是否患有这两种疾病，低体重均是全因死亡的独立危险因素（P<0.05），见图2。在次要结局－心血管事件死亡方面，结果表明：在80岁及以上且无慢性基础疾病（包括高血压、糖尿病、冠心病、高脂血症、脑血管病及慢性肺疾病）的患者中，低BMI显著增加心血管事件相关的死亡风险（P<0.05）。此外，这种影响与患



表 1 不同分组基线资料比较
Table 1 Baseline characteristics of participants

项目	低体重组（n=18）	正常体重组（n=221）	超重组（n=273）	肥胖组（n=87）	检验统计量值	P 值
年龄［M（P_{25}，P_{75}），岁］	81.0（73.5，83.0）	78.0（74.0，84.0）	76.0（70.0，82.0）	77.00（69.0，82.0）	7.24	0.065
白细胞［M（P_{25}，P_{75}），$\times 10^9$/L］	6.07（4.40，6.53）	5.88（5.02，6.86）	6.17（5.34，7.30）	6.91（6.05，7.63）	27.96	<0.001
血红蛋白［M（P_{25}，P_{75}），g/L］	132.50（126.50，140.75）	138.00（129.00，149.00）	145.00（135.00，153.00）	144.00（133.50，152.00）	27.65	<0.001
白蛋白［M（P_{25}，P_{75}），g/L］	46.10（43.00，46.52）	46.00（43.80，47.60）	45.70（44.05，47.60）	45.55（44.20，46.88）	0.85	0.837
丙氨酸氨基转移酶［M（P_{25}，P_{75}），U/L］	13.50（11.25，14.75）	15.00（11.00，19.00）	18.00（13.00，22.00）	19.00（14.00，25.50）	38.31	<0.001
天冬氨酸氨基转移酶［M（P_{25}，P_{75}），U/L］	21.00（19.00，24.00）	20.00（17.00，23.00）	20.00（18.00，23.00）	21.00（17.00，25.00）	1.32	0.726
糖化血红蛋白［M（P_{25}，P_{75}），%］	5.55（5.20，5.80）	5.60（5.30，5.90）	5.70（5.40，6.20）	5.90（5.60，6.50）	35.73	<0.001
葡萄糖［M（P_{25}，P_{75}），mmol/L］	5.94（5.39，6.50）	5.91（5.58，6.28）	6.16（5.70，6.78）	6.27（5.81，7.18）	21.54	<0.001
总胆固醇［M（P_{25}，P_{75}），mmol/L］	5.38（4.78，5.45）	4.75（4.12，5.30）	4.64（3.93，5.30）	4.49（3.91，5.14）	9.67	0.022
三酰甘油［M（P_{25}，P_{75}），mmol/L］	0.80（0.63，1.07）	1.02（0.78，1.39）	1.27（0.95，1.73）	1.35（1.10，1.69）	58.25	<0.001
高密度脂蛋白［M（P_{25}，P_{75}），mmol/L］	1.69（1.53，2.02）	1.40（1.12，1.69）	1.13（1.00，1.30）	1.10（0.94，1.25）	94.96	<0.001
低密度脂蛋白［M（P_{25}，P_{75}），mmol/L］	2.92（2.52，3.37）	2.79（2.24，3.37）	2.85（2.30，3.54）	2.78（2.31，3.32）	2.29	0.514
尿素氮［M（P_{25}，P_{75}），mmol/L］	5.67（5.19，6.62）	5.83（4.80，7.05）	5.68（4.77，7.00）	5.95（5.09，7.26）	1.48	0.686
肌酐［M（P_{25}，P_{75}），μmol/L］	75.90（69.45，80.20）	76.10（66.70，89.40）	81.70（71.90，94.60）	83.70（73.50，92.35）	17.91	<0.001
尿酸［M（P_{25}，P_{75}），μmol/L］	283.55（268.77，394.85）	322.50（263.00，378.30）	350.70（303.70，405.80）	372.80（323.35，433.40）	34.50	<0.001
死亡［例（%）］	11（61.11）	58（26.24）	63（23.08）	26（29.89）	13.27[a]	0.004
男性［例（%）］	10（55.56）	163（73.76）	227（83.15）	77（88.51）	17.45[a]	<0.001
高血压［例（%）］	3（16.67）	101（45.70）	149（54.58）	52（59.77）	15.05[a]	0.002
糖尿病［例（%）］	4（22.22）	38（17.19）	52（19.05）	22（25.29）	2.73[a]	0.435
高脂血症［例（%）］	6（33.33）	90（40.72）	149（54.58）	40（45.98）	11.08[a]	0.011
冠心病［例（%）］	4（22.22）	65（29.41）	99（36.26）	31（35.63）	3.79[a]	0.285
脑血管病［例（%）］	2（11.11）	48（21.72）	55（20.15）	18（20.69）	1.20[a]	0.754
慢性肺疾病［例（%）］	4（22.2）	52（23.5）	56（20.5）	19（21.8）	0.65[a]	0.885
恶性肿瘤［例（%）］	3（16.7）	40（18.1）	43（15.8）	20（23.0）	2.32[a]	0.507

注：[a] 表示 χ^2 值，余检验统计量值为 Z 值。



注：A 为粗模型，B 为调整性别、年龄，C 为调整性别、年龄及基础疾病。
图 1 全因死亡风险随 BMI 曲线
Figure 1 Risk of all-cause mortality with BMI curve

者是否患有恶性肿瘤无关（图 3）。

3 讨论

体重管理是健康管理的重要一环，然而，老年人健康的最佳体重范围尚未达成共识，需要进一步的研究和讨论来明确适宜的体重管理策略。随着年龄增长，肌肉含量减少，肌肉减少症的患病率增加，此外肌肉减少症合并肥胖即“少肌性肥胖”在老年人中引起关注。本研究发现，低体重（BMI<18.5 kg/m²）是老年人全因死亡的独立危险因素，低 BMI 组死亡风险是正常 BMI 组的 2.33 倍，此外，低 BMI 增加老年人心血管事件死亡的风险（HR=5.55），未观察到超重及肥胖增加全因死亡及心血管事件死亡的风险，但 RCS 曲线显示 BMI 和全因死亡之间的相关性呈 U 型曲线。

表 2　单因素 Cox 比例风险回归分析

Table 2　The results of univariate cox regression

变量	β	*S.E*	*Z* 值	*P* 值	*HR*（95%*CI*）
年龄	0.15	0.01	12.17	<0.001	1.16（1.14~1.19）
BMI	–0.03	0.02	–1.21	0.228	0.97（0.92~1.02）
收缩压	0.01	0	2.39	0.017	1.01（1.01~1.02）
舒张压	–0.03	0.01	–4.74	<0.001	0.97（0.95~0.98）
白细胞	0.12	0.05	2.29	0.022	1.12（1.02~1.24）
血红蛋白	–0.03	0.01	–5.51	<0.001	0.97（0.96~0.98）
丙氨酸氨基转移酶	–0.02	0.01	–1.98	0.048	0.98（0.96~0.99）
天冬氨酸氨基转移酶	0	0.01	–0.35	0.725	1.00（0.97~1.02）
糖化血红蛋白	0.23	0.07	3.09	0.002	1.26（1.09~1.46）
葡萄糖	0.12	0.04	3.14	0.002	1.13（1.05~1.22）
总胆固醇	–0.05	0.09	–0.62	0.534	0.95（0.80~1.12）
三酰甘油	–0.18	0.13	–1.37	0.169	0.84（0.65~1.08）
高密度脂蛋白	0.12	0.22	0.58	0.563	1.13（0.74~1.73）
低密度脂蛋白	–0.07	0.1	–0.69	0.488	0.93（0.77~1.13）
肌酐	0.02	0	5.29	<0.001	1.02（1.01~1.02）
BMI					
正常体重组					1.00（Reference）
肥胖组	0.14	0.24	0.58	0.560	1.15（0.72~1.84）
超重组	–0.15	0.18	–0.80	0.425	0.86（0.61~1.24）
低体重组	1.09	0.33	3.31	<0.001	2.97（1.56~5.66）
女性	–0.14	0.21	–0.68	0.496	0.87（0.58~1.30）
高血压	0.13	0.16	0.81	0.421	1.14（0.83~1.56）
糖尿病	0.25	0.19	1.32	0.188	1.28（0.89~1.86）
高脂血症	–0.20	0.16	–1.23	0.219	0.82（0.60~1.12）
冠心病	0.06	0.17	0.36	0.720	1.06（0.76~1.48）
脑血管病	–0.03	0.20	–0.15	0.884	0.97（0.66~1.43）
慢性肺疾病	0.29	0.18	2.74	0.098	1.34（0.95~1.92）
恶性肿瘤	0.97	0.17	32.62	<0.001	2.64（1.89~3.69）

亚组	OR(95%CI)	P值
性别		
男性	2.119(0.915,4.907)	0.08
女性	20.152(2.259,179.782)	0.007
Age		
60-79	4.940(0.901,27.075)	0.066
80岁及以上	1.951(0.870,4.373)	0.105
高血压		
否	2.680(1.159,6.194)	0.021
是	2.064(0.245,17.363)	0.505
糖尿病		
否	2.927(1.380,6.209)	0.005
是	6.075(0.493,74.922)	0.159
冠心病		
否	2.732(1.215,6.141)	0.015
是	0.352(0.118,4.889)	0.009
高脂血症		
否	2.526(1.068,5.971)	0.035
是	4.969(1.181,20.908)	0.029
脑血管病		
否	3.266(1.536,6.951)	0.002
是	4.748(0.250,90.134)	0.3
慢性肺疾病		
否	2.355(1.018,5.448)	0.045
是	5.541(0.880,34.889)	0.068
恶性肿瘤		
否	2.801(1.205,6.512)	0.017
是	4.364(1.003,18.996)	0.05

-10　40　90　140

图 2　不同亚组下 BMI 分组和全因死亡之间的关系

Figure 2　Relationship between BMI groups and all-cause-death in different subgroups

亚组	OR(95%CI)	P值
性别		
男性	2.119(0.915,4.907)	0.08
女性	20.152(2.259,179.782)	0.007
Age		
60-79	4.940(0.901,27.075)	0.066
80岁及以上	1.951(0.870,4.373)	0.105
高血压		
否	2.680(1.159,6.194)	0.021
是	2.064(0.245,17.363)	0.505
糖尿病		
否	2.927(1.380,6.209)	0.005
是	6.075(0.493,74.922)	0.159
冠心病		
否	2.732(1.215,6.141)	0.015
是	0.352(0.118,4.889)	0.009
高脂血症		
否	2.526(1.068,5.971)	0.035
是	4.969(1.181,20.908)	0.029
脑血管病		
否	3.266(1.536,6.951)	0.002
是	4.748(0.250,90.134)	0.3
慢性肺疾病		
否	2.355(1.018,5.448)	0.045
是	5.541(0.880,34.889)	0.068
恶性肿瘤		
否	2.801(1.205,6.512)	0.017
是	4.364(1.003,18.996)	0.05

图 3　不同亚组下 BMI 分组和心血管事件死亡之间的关系

Figure 3　Relationship between BMI groups and death from cardiovascular causes in different subgroups

关于 BMI 和死亡风险的关系在老年人中存在差异。一项纳入 12 项研究的荟萃分析显示，和体重正常的外周动脉患者相比，低体重患者的死亡风险显著升高（*HR*=1.72，95%*CI*=1.38~2.14），而肥胖患者死亡率降低（*HR*=0.78，95%*CI*=0.62~0.97）[14]。另一项针对老年人的荟萃分析显示，共纳入 32 项研究包含 197 940 名老年人，平均随访时间为 12 年，以 BMI 23.0~23.9 kg/m^2 为参照标准，BMI 为 21.0~21.9 kg/m^2 及 20.0~20.9 kg/m^2 死亡风险分别增加 12% 和 19%，值得注意得是该研究显示超重并未增加死亡风险，只有 BMI>33.0 kg/m^2 时死亡风险开始增加（*HR*=1.08，95%*CI*=1.00~1.15），而低 BMI 老年人死亡风险显著增加[15]。一项关于胆囊切除术后患者的研究发现（*n*=327 473），相较于正常体重患者，低体重患者死亡和再住院比例增加，而肥胖患者伤口感染和裂开的发生率较高，手术时间较长，因此针对不同 BMI 的患者干预措施应该多样化[16]。台湾的一项观察性队列研究发现，低体重与全因死亡和心血管事件死亡密切相关（*HR*=1.92，*HR*=1.74），BMI 和全因死亡及心血管事件死亡关系成 U 型曲线[17]，本研究结论与之相似。本研究通过性别、年龄和疾病的分层分析，进一步探讨了 BMI 与死亡之间的关系，结果显示，低 BMI 对全因死亡的影响在女性及无慢性基础疾病老年人中显著，此外，在冠心病和高脂血症患者中，BMI 与全因死亡的关系不受疾病的影响。这意味着某些慢性病如高血压、糖尿病、慢性肺疾病等可能削弱了 BMI 在预测死亡风险中的作用，而冠心病和高脂血症则不受 BMI 影响。而在次要结局 – 心血管事件死亡，在 80 岁及以上且没有基础慢性疾病的患者中，低 BMI 显著增加心血管事件相关的死亡风险，并且这一影响与是否患

表 3 不同模型下 BMI 分组和全因死亡之间的关系

Table 3 Relationship between BMI groups and all-cause mortality in different models

变量	模型 1		模型 2		模型 3		模型 4	
	HR（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值
BMI 分组								
正常体重组	1.00（Reference）		1.00（Reference）		1.00（Reference）		1.00（Reference）	
低体重组	2.97（1.56~5.66）	<0.001	2.60（1.36~4.96）	0.006	2.60（1.32~5.13）	0.006	2.76（1.37~5.55）	0.004
超重组	0.86（0.61~1.24）	0.425	0.94（0.63~1.40）	0.763	0.94（0.63~1.40）	0.763	0.95（0.63~1.43）	0.819
肥胖组	1.15（0.72~1.84）	0.560	1.15（0.68~1.93）	0.603	1.15（0.68~1.93）	0.603	1.03（0.61~1.76）	0.901

注：模型 1 为粗模型，模型 2 为调整年龄、性别，模型 3 为模型 2+ 调整收缩压、舒张压、白细胞、血红蛋白、丙氨酸氨基转移酶、天冬氨酸氨基转移酶、糖化血红蛋白、葡萄糖、三酰甘油、高密度脂蛋白、肌酐、尿酸 C，模型 4 为模型 3+ 高血压、糖尿病、高脂血症、冠心病、脑血管病、慢性肺疾病及恶性肿瘤。

表 4 不同模型下 BMI 分组和心血管事件死亡之间的关系

Table 4 Relationship between BMI groups and death from cardiovascular causes in different models

变量	模型 1		模型 2		模型 3		模型 4	
	HR（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值	*HR*（95%*CI*）	*P* 值
BMI								
正常体重组	1.00（Reference）		1.00（Reference）		1.00（Reference）		1.00（Reference）	
低体重组	5.71（2.23~14.60）	<0.001	4.95（1.93~12.69）	<0.001	5.95（2.13~16.56）	<0.001	5.55（1.83~16.78）	0.002
超重组	0.70（0.34~1.43）	0.328	0.90（0.44~1.86）	0.776	0.47（0.21~1.06）	0.069	0.51（0.22~1.19）	0.119
肥胖组	1.33（0.57~3.12）	0.505	1.76（0.74~4.16）	0.198	0.83（0.30~2.36）	0.733	0.98（0.33~2.91）	0.977

注：模型 1 为粗模型，模型 2 为调整年龄、性别，模型 3 为模型 2+ 调整收缩压、舒张压、白细胞、血红蛋白、丙氨酸氨基转移酶、天冬氨酸氨基转移酶、糖化血红蛋白、葡萄糖、三酰甘油、高密度脂蛋白、肌酐、尿酸 C，模型 4 为模型 3+ 高血压、糖尿病、高脂血症、冠心病、脑血管病、慢性肺疾病及恶性肿瘤。

有恶性肿瘤无关。BMI 和死亡之间的复杂关系仍需要进一步研究，尤其是针对不同慢性疾病的大型临床研究来证实“肥胖悖论”在老年人群的特殊价值。

上述研究均显示体重过低是死亡的危险因素，而超重/肥胖对死亡风险的影响，不同研究的结论不一致。低体重增加老年人的死亡风险，考虑可能是低体重与营养不良密切相关，多项研究已经证实营养不良是老年人不良预后的危险因素，而体重减轻也是衰弱、营养不良等老年综合征评估标准的重要组成成分。营养不良还可能导致机体免疫功能下降、肌肉减少等，均进一步加剧老年人的健康风险[18]。此外，有研究发现老年人体重过低和认知功能下降有关，而未发现肥胖和认知功能的相关性[19]。因此应该关注老年人的 BMI 及营养状况对预后有重要意义。

肥胖/超重和对死亡的影响因不同研究而存在争议，有研究显示超重或肥胖可能会增加心血管疾病、糖尿病等健康问题的风险，从而增加死亡风险。然而也有研究指出超重在某些情况下对健康有保护作用，尤其是在老年人中，即“肥胖悖论”。HEIAT 等[20]对 13 项观察性研究进行分析发现，对 65 岁以上老年人随访 3 年发现，肥胖老年人的死亡风险降低，在 75 岁以上人群中，与 BMI 正常人群相比，肥胖老年人群的全因死亡率或心血管死亡均没有增加，且不受性别的影响。也有研究显示老年人 BMI 与死亡率之间的关系可能呈 U 型或倒“J”型，即当 BMI 超过 35~40 kg/m^2 时，死亡风险又开始上升，然而这种增加并不明显[21]。关于“肥胖悖论”的潜在解释目前仍存在争议。有学者指出，对于存活的超重或肥胖老年人，可能机体具有免受超重或肥胖不利影响的因素，即“生存效应”，对肥胖并发症易感的个体可能已经死亡，入组研究对象可能具有更强的抵抗力[21]。该研究未观察到超重或肥胖增加老年人死亡风险，这在一定程度上为高龄老人的“肥胖悖论”提供了一定的证据支持。对于老年人，更应该关注低体重营养不良的老年人，本研究聚焦于老年人，随访时间相对较长，研究发现低体重是死亡的独立危险因素，未观察到超重及肥胖和死亡相关，然而 RCS 曲线提示 BMI 和死亡之间呈 U 型关系。因此，关于肥胖/超重与死亡风险的确切关系仍需要进一步的研究来澄清。

本研究局限性，超重/肥胖的诊断仅根据 BMI，BMI 是最常用的指标，无法区分脂肪和肌肉含量，无法准确识别与年龄相关的身份成分的变化，这使其在老年人尤其是高龄人群中有效性欠佳，未来应该采用双能 X 线等准别识别肌肉和脂肪含量，明确肌肉和肥胖对老年人及二者之间的相互作用对老年人预后的影响。

4 小结

综上，老年人的体重管理不容忽视，尤其是低体重的老年人，BMI 和死亡的关系呈 U 型曲线，低体重是老年人死亡的独立危险因素，提示针对高龄老年人应综合考虑 BMI 在健康结局中的不同作用，为这一特殊群体制定更有针对性的、个体化的体重管理。

作者贡献：石小天负责研究的设计与实施、数据处理及统计分析、结果关键性解释及论文撰写；王珊、杨华昱负责研究的设计、数据质量控制及论文修改；杨一帆、李旭负责资料的收集整理；马清负责论文的修改与最终版本修订、对文章整体负责。

本文无利益冲突。

石小天 https://orcid.org/0000-0002-3330-6175

马清 https://orcid.org/0000-0002-5423-0325

参考文献

[1] CHOOI Y C，DING C，MAGKOS F. The epidemiology of obesity［J］. Metabolism，2019，92：6-10. DOI：10.1016/j.metabol.2018.09.005.

[2] WANG Y F，ZHAO L，GAO L W，et al. Health policy and public health implications of obesity in China［J］. Lancet Diabetes Endocrinol，2021，9（7）：446-461. DOI：10.1016/S2213-8587(21)00118-2.

[3] MALENFANT J H，BATSIS J A. Obesity in the geriatric population - a global health perspective［J］. J Glob Health Rep，2019，3：e2019045. DOI：10.29392/joghr.3.e2019045.

[4] COLLABORATORS T G O. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years［J］. N Engl J Med，2017，377（1）：13-27. DOI：10.1056/nejmoa1614362.

[5] COLLABORATION G B M，DI ANGELANTONIO E，BHUPATHIRAJU S，et al. Body-mass index and all-cause mortality：individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents［J］. Lancet，2016，388（10046）：776-786. DOI：10.1016/S0140-6736(16)30175-1.

[6] SUN J Y，HUANG W J，HUA Y，et al. Trends in general and abdominal obesity in US adults：Evidence from the National Health and Nutrition Examination Survey（2001-2018）［J］. Front Public Health，2022，10：925293. DOI：10.3389/fpubh.2022.925293.

[7] OREOPOULOS A，PADWAL R，KALANTAR-ZADEH K，et al. Body mass index and mortality in heart failure：a meta-analysis［J］. Am Heart J，2008，156（1）：13-22. DOI：10.1016/j.ahj.2008.02.014.

[8] TUTOR A W，LAVIE C J，KACHUR S，et al. Updates on obesity and the obesity paradox in cardiovascular diseases［J］. Prog Cardiovasc Dis，2023，78：2-10. DOI：10.1016/j.pcad.2022.11.013.

[9] HORWICH T B，FONAROW G C，CLARK A L. Obesity and the obesity paradox in heart failure［J］. Prog Cardiovasc Dis，2018，61（2）：151-156. DOI：10.1016/j.pcad.2018.05.005.

[10] AUNE D，SEN A，PRASAD M，et al. BMI and all cause mortality：systematic review and non-linear dose-response meta-analysis of 230 cohort studies with 3.74 million deaths among 30.3 million participants［J］. BMJ，2016，353：i2156. DOI：10.1136/bmj.i2156.

[11] CRUZ-JENTOFT A J，BAEYENS J P，BAUER J M，et al. Sarcopenia：European consensus on definition and diagnosis：report of the European working group on sarcopenia in older people［J］. Age Ageing，2010，39（4）：412-423. DOI：10.1093/ageing/afq034.

[12] LISKO I，TIAINEN K，STENHOLM S，et al. Body mass index，waist circumference，and waist-to-hip ratio as predictors of mortality in nonagenarians：the Vitality 90+ Study［J］. J Gerontol A Biol Sci Med Sci，2011，66（11）：1244-1250. DOI：10.1093/gerona/glr147.

[13] 王友发，孙明晓，薛宏，等.《中国肥胖预防和控制蓝皮书》解读及中国肥胖预防控制措施建议［J］. 中华预防医学杂志，2019，53（9）：875-884. DOI：10.3760/cma.j.issn.0253?9624.2019.09.003.

[14] LIN D S，LO H Y，YU A L，et al. Mortality risk in patients with underweight or obesity with peripheral artery disease：a meta-analysis including 5，735，578 individuals［J］. Int J Obes，2022，46（8）：1425-1434. DOI：10.1038/s41366-022-01143-x.

[15] WINTER J E，MACINNIS R J，WATTANAPENPAIBOON N，et al. BMI and all-cause mortality in older adults：a meta-analysis［J］. Am J Clin Nutr，2014，99（4）：875-890. DOI：10.3945/ajcn.113.068122.

[16] RUDASILL S E，DILLON D，KARUNUNGAN K，et al. The obesity paradox：Underweight patients are at the greatest risk of mortality after cholecystectomy［J］. Surgery，2021，170（3）：675-681. DOI：10.1016/j.surg.2021.03.034.

[17] WU C Y，CHOU Y C，HUANG N，et al. Association of body mass index with all-cause and cardiovascular disease mortality in the elderly［J］. PLoS One，2014，9（7）：e102589. DOI：10.1371/journal.pone.0102589.

[18] LAHMANN N A，TANNEN A，SUHR R. Underweight and malnutrition in home care：a multicenter study［J］. Clin Nutr，2016，35（5）：1140-1146. DOI：10.1016/j.clnu.2015.09.008.

[19] SAKAKURA K，HOSHIDE S，ISHIKAWA J，et al. Association of body mass index with cognitive function in elderly hypertensive Japanese［J］. Am J Hypertens，2008，21（6）：627-632. DOI：10.1038/ajh.2008.157.

[20] HEIAT A，VACCARINO V，KRUMHOLZ H M. An evidence-based assessment of federal guidelines for overweight and obesity as they apply to elderly persons［J］. Arch Intern Med，2001，161（9）：1194-1203. DOI：10.1001/archinte.161.9.1194.

[21] OREOPOULOS A，KALANTAR-ZADEH K，SHARMA A M，et al. The obesity paradox in the elderly：potential mechanisms and clinical implications［J］. Clin Geriatr Med，2009，25（4）：643-659，viii. DOI：10.1016/j.cger.2009.07.005.

（收稿日期：2024-09-15；修回日期：2025-01-11）

（本文编辑：崔莎）